

ULOGA ZELENIH KORIDORA U SMANJENJU EFEKTA URBANOG TOPLOTNOG OSTRVA

Milica Bojanović¹, Ana Jovović²

Apstrakt: Ubrzane klimatske promene i rastuća urbanizacija stvaraju snažan pritisak na savremene gradove, ugrožavajući njihovu ekološku, socijalnu i ekonomsku stabilnost. Gradovi, kao gusti centri potrošnje energije i emisije gasova sa efektom staklene bašte, istovremeno su i prostori koji najviše trpe posledice globalnog zagrevanja – naročito kroz pojavu toplotnih talasa i stvaranje efekta urbanog toplotnog ostrva. U tom kontekstu, zelena infrastruktura postaje ključni alat za ublažavanje klimatskih rizika i stvaranje otpornijih urbanih sredina. Poseban značaj imaju zeleni koridori, kao povezane mreže zelenih površina koje obezbeđuju cirkulaciju vazduha, smanjuju toplotno opterećenje i poboljšavaju biodiverzitet u gradovima. Ovaj rad istražuje ulogu zelene infrastrukture u procesu klimatske adaptacije urbanih prostora, sa posebnim osvrtom na planiranje, implementaciju i efekte koje proizvodi u različitim kontekstima. Analizirani su međunarodni i domaći primeri dobre prakse (Barselona, Milano, Niš), kao i trenutni kapaciteti i ograničenja u Srbiji, sa fokusom na Beograd. Iako postoje strateški dokumenti koji prepoznaju značaj zelenih sistema, izazovi leže u njihovoj konkretnoj primeni. Rad naglašava potrebu za integrisanim pristupom planiranju, jačanjem institucionalne podrške i sistematskom primenom mera zelene infrastrukture kako bi se obezbedio održivi razvoj i otpornost gradova na klimatske promene.

Ključne reči: klimatske promene, urbano toplotno ostrvo, zelena infrastruktura, zeleni koridori.

THE ROLE OF GREEN CORRIDORS IN MITIGATING THE URBAN HEAT ISLAND EFFECT

Abstract: Accelerated climate change and increasing urbanization are placing significant pressure on contemporary cities, threatening their ecological, social, and economic stability. As dense centers of energy consumption and greenhouse gas emissions, cities are also among the most vulnerable areas to the impacts of global warming—particularly through the emergence of heatwaves and the effects of the urban heat island (UHI). In this context, green infrastructure emerges as a key tool for mitigating climate risks and creating more resilient urban environments. Green corridors, in particular, play an essential role as interconnected networks of green spaces that promote air circulation, reduce thermal stress, and enhance urban biodiversity. This paper explores the role of green infrastructure in the process of climate adaptation in urban areas, with a specific focus on planning, implementation, and the outcomes it produces in various contexts. International and national examples of best practices (Barcelona, Milan, Niš) are analyzed, along with the current capacities and

¹ Urbanistički zavod Beograda, Bulevar despota Stefana 56, Beograd, milica.bojanovic@urbel.com, ORCID: 0009-0006-4092-5800

² Urbanistički zavod Beograda, Bulevar despota Stefana 56, Beograd, ana.jovovic@urbel.com, ORCID: 0009-0009-0097-3842

limitations in Serbia, particularly in Belgrade. Although strategic documents acknowledge the importance of green systems, the main challenges lie in their effective implementation. The paper highlights the need for an integrated planning approach, strengthened institutional support, and systematic application of green infrastructure measures to ensure sustainable development and urban resilience to climate change.

Keywords: climate change, urban heat island, green infrastructure, green corridors.

KONTEKST KLIMATSKIH PROMENA U URBANIM SREDINAMA

Uslovi neizvesnosti i dinamičnih promena koje je teško predvideti predstavljaju najveći izazov održivom razvoju savremenih gradova. Jedan od procesa koji u velikoj meri doprinosi ovim uslovima jesu klimatske promene, za koje postoje jasni dokazi da su izazvane antropogenim uticajima, pre svega upotrebom fosilnog goriva i emisijom gasova sa efektom staklene bašte. Gradovi, u kojima živi većina svetskog stanovništva, mesta su najvećih uzročnika klimatskih promena, ali ujedno i njenih najizraženijih posledica (Simić, 2016). Klimatske promene, koje danas mogu biti jasno detektovane u dugogodišnjim nizovima klimatoloških i meteoroloških podataka, okarakterisane su na prvom mestu porastom temperatura, ali i promenama u režimu padavina, njihovoj godišnjoj raspodeli, u raspodeli po intenzitetu, kao i povećanoj frekvenciji ekstremnih vremenskih događaja i perioda sa ekstremnim klimatskim uslovima. (Đurđević, Vuković, Vujadinović Mandić, 2018). Tokom proteklog veka globalne temperature su u proseku porasle za oko 0,7 stepeni Celzijusa i procenjuje se da klimatske promene uzrokuju oko 150 000 smrtnih slučajeva godišnje. Prema procenama Međunarodnog panela za klimatske promene (IPCC) Srbija se nalazi u regionu koji je uveliko pogođen klimatskim promenama (Cvetković, Vučić, Gačić, 2015). U proteklih 50 godina temperatura u Srbiji porasla je za oko 1.5°C, a ovaj trend može dovesti do dodatnog povećanja temperature od 1°C do 2040. godine, odnosno 2 °C do 2070. godine i 4 °C do kraja veka (Klimatske promene i zdravlje, 2016). Negativnom uticaju visokih temperatura više su izložena urbana područja u odnosu na njihovu periferiju ili ruralne oblasti, te u gradovima srednja godišnja temperatura vazduha može biti 1-3 °C toplija od njegove okoline. U večernjim satima, razlika može biti i do 12 °C. Urbanizacija radikalno transformiše prirodno okruženje utičući tako i na toplotni kapacitet i toplotni profil urbanih područja, te gradovi postaju velika toplotna ostrva. (Milešević, Biočanin, Stojanović, 2015). Urbanom toplotnom ostrvu u najvećoj meri doprinose velike asfaltirane i betonirane površine niskih vrednosti albeda, umanjen procenat vegetacije u urbanim sredinama, visoke zgrade i uske ulice koje modifikuju pravac i brzinu vetra, kao i drugi grupisani procesi i aktivnosti u urbanim sredinama koji generišu toplotu. Beogradsko ostrvo toplote je nastalo sa nastankom grada, a intenzitet toplotnog ostrva je sve izraženiji, prvenstveno jer sa jedne strane prema meteorološkim merenjima imamo sve učestalije toplotne talase (u toku jednog leta imamo i do 3-4 toplotna talasa), dok sa druge neadekvatno održavanje i uzurpiranje zelenih površina i prostora „pospešuju“ njegov efekat. Uticaj visokih temperatura može imati ne samo negativan uticaj na zdravlje ljudi, nego može izazvati i druge nepoželjne efekte koji se odnose i na povećanje potražnje za energijom u letnjem vrhuncu, povećanje troškova klimatizacije, zagađenje vazduha i emisijama gasova s efektom staklenika i sl. (Milešević, Biočanin, Stojanović, 2015). Potreba brzog prilagođavanja gradova na klimatske promene je velika i očekuje se da će klimatske promene povećati intenzitet efekta urbanog toplotnog ostrva. U ovom kontekstu, implementacija urbane zelene infrastrukture može značajno doprineti smanjenju njegovog intenziteta kroz uspostavljanje sistema zelenih površina. Prostorno i urbanističko planiranje se prepoznaju kao ključni instrumenti za upravljanje adaptacijom na klimatske promene i njihovo ublažavanje u prostornom kontekstu, a usvajanje i implementacija evropskih i svetskih politika i strategija u domenu klimatskih promena treba da bude jedan od prioriteta Srbije i Beograda.

ZNAČAJ ZELENE INFRASTRUKTURA I ZELENIH KORIDORA

U radu "Zelena infrastruktura: Prilog istraživanju adaptacije gradova na klimatske promene", zelena infrastruktura se definiše kao strateški planirana i upravljana mreža zelenih i otvorenih gradskih prostora, koja čuva vrednosti i funkcije ekosistema i time obezbeđuje korist za ljudsku populaciju i urbanu prirodu. (Cvejić i dr., 2011). Nezavidan položaj urbanih sredina u kontekstu borbi protiv klimatskih promena nameće potrebu za novim, inovativnim metodama i tehnikama koje bi omogućile prevazilaženje posledica ovog globalnog fenomena ili makar olakšale prilagođavanje savremenih gradova na sve izraženije negativne efekte klimatskih promena. Mreža povezanih zelenih prostora kao što su parkovi, drvodredi, zelene fasade i krovovi, koji zajedno doprinose regulaciji mikroklima, smanjenju buke, poboljšanju kvaliteta vazduha i povećanju estetske vrednosti prostora imaju izuzetan značaj naročito u urbanim sredinama. Zelena infrastruktura koristi vegetaciju, zemljane površine i prirodne procese za upravljanje temperaturom i kvalitetom vazduha radi stvaranja rezistentnije, zdravije i lepše urbane sredine (Lalošević, 2019). Uvođenjem zelene infrastrukture može se značajno smanjiti temperatura i poboljšati kvalitet života u urbanim sredinama. Prema istraživanju objavljenom u časopisu ScienceDirect, implementacija zelene infrastrukture može značajno doprineti smanjenju efekta urbanih toplotnih ostrva, čime se povećava otpornost gradova na klimatske promene. Bitan deo zelene infrastrukture su zeleni koridori. Zeleni koridori imaju specifičnu ulogu - oni povezuju različite zelene površine i na taj način omogućavaju kretanje ljudi, biljaka i životinja između njih. U uslovima ubrzanih klimatskih promena gradovi postaju sve ranjiviji, posebno u letnjim periodima kada su izuzetno izražene temperaturne oscilacije i kada toplotni talasi postaju sve duži, intenzivniji i učestaliji. Zbog svega navedenog fenomen toplotnih ostrva dobija sve veću pažnju urbanista, klimatologa i drugih. U urbanim sredinama velike koncentracije apsorbujućih površina poput asfalta i betona zadržavaju sunčevu toplotu tokom dana i otpuštaju je tokom noći što rezultira stvaranjem toplotnih ostrva. Upravo zeleni koridori direktno utiču na snižavanje temperature i to kroz prirodne procese poput evapotranspiracije i zasenjivanja. Pored toga što hlade vazduh, zeleni koridori omogućavaju cirkulaciju vazduha i zapravo razmenu toplote između različitih delova grada čime direktno smanjuju učinak toplotnih ostrva. Zeleni koridori tim delovanjem postaju kanali svežine, otpornosti i zdravlja neophodni za život u gradovima budućnosti. U svetlu klimatskih promena zeleni koridori se jasno ističu kao strateški prioritet za ispunjenje boljeg kvaliteta života.

PRIMERI DOBRE PRAKSE

Primeri dobre prakse ukazuju na neke pozitivne akcije koje su dovele do reakcija u vidu unapređenja kvaliteta života, povećanja bioraznolikosti i smanjenja negativnih uticaja urbanizacije. Data su tri primera dobre prakse, dva strana i jedan primer iz Srbije. Kroz tri navedena primera ukazuje se na raznovrsnost pristupa u sprovođenju održivih urbanih rešenja. Iako se razlikuju po vrsti prostora i načinu implementacije, svi projekti imaju zajednički cilj: unapređenje kvaliteta urbanog života uprkos izazovima nastalim usled klimatskih promena.

Barselona: Strategija "Superblokova"

"Superblokovi" u Barseloni predstavljaju model planiranja osmišljen sa ciljem preraspodele javnog prostora, smanjenja zagađenja i unapređenje kvaliteta života građana. Blokovi funkcionišu tako što se iz određenih delova grada preusmerava saobraćaj čime se stvara više prostora za pešake, bicikliste i zelene površine. Strategija organizuje saobraćaj unutar mreže od 3x3 gradskih blokova. Na ovaj način se prioritet daje pešacima i zajedničkim aktivnostima a ne automobilima. Smanjenje kretanja vozila u unutrašnjosti

Uloga zelenih koridora u smanjenju efekta urbanog toplotnog ostrva

bloka su postignuti tako što se unutar svakog superbloka prolazni saobraćaj i parkiranje za nerezidente preusmeravaju na okolne perimetarske ulice. Sve saobraćajem rasterećene površine su obogaćene zelenilom, biciklističkim stazama, dečjim igralištima i mestima za odmor. Na ovaj način se stvorilo zdravije, funkcionalnije i humanije zajedničko urbano okruženje. Zahvaljujući ovoj strategiji u Superblokovima se beleži pad nivoa zagađenja i buke, porast broja pešaka i jačanje lokalne privrede. Superblokovi u Barseloni su inovativan urbanistički koncept koji je značajno unapredio kvalitet života stanovnika. Grad Barselona aktivno radi na unapređenju urbanog života kroz različita održiva rešenja. Posvećenost Barselone rezultirala je imenovanjem ovog grada za Svetsku prestonicu arhitekture 2026. Godine od strane UNESCO-a. Pomenuta prestižna titula dodeljena je Barseloni zbog istaknutog rada i zbog realizacije mnogobrojnih projekata poput "Superblokova".

Milano: „Green City“ i plan za zelene krovove

Projekti usmereni ka zelenoj mobilnosti i urbanoj regeneraciji doprineli su tome da grad Milano postane pravi model održivog grada. Podaci iz izveštaja „Rapporto Italia sostenibile 2022“ ističu da se Milano na nacionalnom nivou ističe u tri oblasti održivosti: ekonomskoj, društvenoj i ekološkoj. Zbog činjenice da Milano i dalje spada među najzagađenije gradove u Italiji aktuelno je nekoliko projekata čiji je cilj da Milano do 2030. godine postane još zeleniji i održiviji grad. Jedan od značajnijih projekata jeste plan ozelenjavanja krovova i fasada širom grada, ovaj plan je poznat kao "Verde sui tetti" ili "Zeleni krovovi". Glavni ciljevi ovog projekta su smanjenje toplotnog urbanog ostrva, poboljšanje kvaliteta vazduha, izolacija zgrada, povećanje bioraznolikosti i estetsko unapređenje gradske panorame. Zeleni plan do 2030. godine – Milano planira ozelenjavanje više od 10 miliona m² krovova, sadnju 3 miliona stabala i povezivanje zelenih površina biciklističkim i pešačkim stazama. Kao dobri primeri realizacije ovog projekta su:

- Bosco Verticale (Vertikalna šuma) – svetski poznati neboderi sa više od 20.000 biljaka, drveća i žbunova
- Biblioteca degli Alberi – gradski park integrisan sa zelenim urbanim površinama oko Porta Nuova
- Zeleni krovovi u javnim institucijama – škole, bolnice i opštinske zgrade

Primer iz Srbije - Projekat "Be ready" u Nišu

Evropska komisija kroz program "Interreg Danube Program" finansira projekat "Be ready". Grad Niš učestvuje u projektu pod nazivom "Urbana toplotna ostrva, otpornost, spremnost i strategija za ublažavanje". Cilj projekta je identifikacija područja sa povišenom temperaturom tokom leta i sprovođenje mera za smanjenje tih temperatura. Projektne aktivnosti uključuju mapiranje toplotnih ostrva, istraživanje karakteristika toplotnih ostrva i razvoj plana za njihovo ublažavanje.

Grad Niš je 29. oktobra 2024. godine, organizovao lokalnu radionicu posvećenu metodološkom pristupu rešavanju problema urbanih toplotnih ostrva. Tom prilikom, predstavljena su stručna predavanja o klimatskim izazovima specifičnim za Niš, kao i metodologija za procenu rizika i ranjivosti razvijena u okviru projekta.

ZAKLJUČAK

Prostorno i urbanističko planiranje poseduju najveći kapacitet usmeravanja procesa prilagođanja klimatskim promenama, putem sprovođenja sektorskih i teritorijalno integrisanih strategija i planova. Donošenje planskih mera i usvajanje strategija koje se baziraju na principima održivog razvoja je neophodno ne samo zbog pozitivnog efekta njihovog sprovođenja nego i radi prevencije od štetnih posledica klimatskih promena i velikih

troškova njihovog saniranja. Iako Srbija, a sa njom i Beograd zaostaju kada je u pitanju očuvanje i unapređenje životne sredine u odnosu na prakse i politike evropskih zemalja, sa aspekta pokrivenosti strateškim i planskim dokumentima, akcionim planovima i stepenom učešća u različitim projektima koji imaju za cilj unapređenje razvoja i uspostavljanje efikasnije zelene infrastrukture, stanje u Srbiji se može oceniti kao zadovoljavajuće. U Beogradu je strateško planiranje zelenih površina obuhvaćeno kroz planske dokumente i strategije razvoja i ovi dokumenti zajedno pružaju okvir za očuvanje, razvoj i unapređenje zelene infrastrukture sa ciljem stvaranja i održavanja povoljnih bioklimatskih karakteristika poštujući zakonsku regulativu. Akcioni plan za zeleni grad usvojen 2021. godine prepoznaju ranjivost beogradske urbane sredine, dajući mere i ciljeve kojima se suzbijaju negativni efekti klimatskih promena, a koji podrazumevaju primenu zelene infrastrukture. Na teritoriji Beograda, usvojena su dva planska, urbanistička dokumenta - Plan generalne regulacije sistema zelenih površina Beograda („Službeni glasnik grada Beograda“ broj 110/19) i Plan detaljne regulacije za Linijski park „Službeni glasnik grada“ broj 77/21 “). Njihova uloga jeste da se planirani sistem zelenih površina unapredi u „zelenu infrastrukturu“ grada, integracijom sa drugim prirodi bliskim prostorima kao što su vodene površine i vodotokovi, vlažna staništa i drugi vredni biotopi, delovi nekadašnjih šuma, šibljac i živice na poljoprivrednom zemljištu, zelene površine na parcelama objekata određene namene, krovni vrtovi, ozelenjeni zidovi fasada i dr. Na ovaj način se obezbeđuju uslovi za savremen pristup očuvanju prirode i prirodnih procesa, adaptaciju grada na klimatske promene, unapređenje mikroklimatskih uslova, podizanje energetske efikasnosti objekata i dr, a samim tim i smanjenju efekta urbanog toplotnog ostrva. Integralnim planiranjem šuma i zelenih površina sa vodenim površinama i vodenim tokovima, prirodnim ekosistemima, zelenim površinama na parcelama objekata određene namene, kao i drugim elementima prirode značajnim za očuvanje i unapređenje biodiverziteta, uvođenjem prirodnih elemenata u javne zelene površine, planiranjem krovnih vrtova i ozelenjenih zidova objekata, uspostavlja se zelena infrastruktura grada. Postojeće zelene površine na području Beograda koje se nalaze u okviru drugih javnih namena, kao i zelene površine i prirodno regulisana vegetacija u okviru ostalih namena, jednako su važne za uspostavljanje sistema zelenih površina grada, i potrebno ih je maksimalno očuvati i unaprediti. Međutim, uprkos pozitivnoj planskoj i strateškoj potpori u primeni zelene infrastrukture, sprovođenje ovih planova je svedeno na minimum. Iz dosadašnjeg iskustva u sprovođenju planova i strategija ozelenjavanja, jasno je da ne postoji dovoljno institucionalne i sistemske podrške. Ovo potvrđuje i jedan od 5 definisanih posebnih ciljeva iz Strategije zelene infrastrukture Grada Beograda gde se ističe važnost formiranja regulatornog i institucionalnog okvira za zelenu infrastrukturu grada Beograda. Čin donošenja i usvajanja planova i strategija ozelenjavanja ukazuje na postojanje svesti o važnosti ove teme, ali svakako otvara prostor za unapređivanje njihove implementacije i sprovođenja.

LITERATURA

- Simić, I. (2016). Mogućnosti unapređenja rezilijentnosti urbane forme na klimatske promene. Doktorska disertacija, Beograd: Univerzitet u Beogradu, Arhitektonski fakultet.
- Cvetković, V. M., Vučić, S. i Gačić, J. (2015). Klimatske promene i nacionalna odbrana. Vojno delo- interdisciplinarni naučno-teorijski časopis 5/25, str. 181-203.
- Đurđević, V., Vuković A., Vujadinović Mandić, M. (2018). Osmotrene promene klime u Srbiji i projekcije buduće klime na osnovu različitih scenarija budućih emisija. Beograd: Program Ujedinjenih nacija za razvoj.
- Milešević, T., Biočanin, R. i Stojanović, N. (2015). Urbano zagrijavanje i efekti urbanih toplotnih ostrva. Internacionalni univerzitet Travnik, 11. Međunarodno savjetovanje saobraćajni i ekološki problemi država u tranziciji sa aspekta integracije u Evropsku Uniju. Vlašić-Travnik, 22-23.maj 2015., Internacionalni univerzitet Travnik.

Uloga zelenih koridora u smanjenju efekta urbanog toplotnog ostrva

Cvejić, J., Bobić, A., Tutundžić, A., & Radulović, S. (2011). Adaptacija gradova na klimatske promene – uloga zelene infrastrukture. U V. Zlatanović-Tomašević, R. Gajić, & F. Kaić (Eds.), *Budućnost razvoja naselja u svetlu klimatskih promena* (str. 27–44). Društvo urbanista Beograda.

Lalošević, M. D. (2018). Green roofs and cool materials as retrofitting strategies for urban heat island mitigation: Case study in Belgrade, Serbia. *Thermal Science*, 22(6A), 2309–2324.

Urban Design Lab. (n.d.). Barcelona Superblocks: Reclaiming streets for people. Urban Design Lab. Pristupljeno 13.04.2025., <https://urbandesignlab.in/barcelona-superblocks-reclaiming-streets-for-people/>

Comune di Milano. (2019, 27. septembar). Milano Green Week: Un futuro con 13 milioni di mq di tetti verdi in città. Pristupljeno 13.04.2025., <https://www.comune.milano.it/-/milano-green-week.-un-futuro-con-13-milioni-di-mq-di-tetti-verdi-in-citta>

Naučno-tehnološki park Niš. (2024, 18. mart). NTP Niš jedan od partnera na međunarodnom Be Ready projektu. NTP Niš. Pristupljeno 13.04.2025., <https://ntp.rs/aktuelnosti/ntp-nis-jedan-od-partnera-na-medjunarodnom-be-ready-projektu/>

Naučno-tehnološki park Niš. (2024, 30. oktobar). Be Ready: Lokalna metodološka radionica o nastanku urbanih toplotnih ostrva. NTP Niš. Pristupljeno 13. aprila 2025., <https://ntp.rs/aktuelnosti/be-ready-lokalna-metodoloska-radionica-o-nastanku-urbanih-toplotnih-ostrva/>